

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2017.30.006

## 不同栓塞剂在体-肺循环瘘导致大咯血患者经导管栓塞治疗中的疗效比较\*

沈松柏<sup>1,2</sup>, 吕维富<sup>1△</sup>, 华双一<sup>2</sup>, 胡四毛<sup>2</sup>

(1. 安徽医科大学附属省立医院介入放射科, 合肥 230001; 2. 海军安庆医院介入放射科, 安徽安庆 246003)

**[摘要]** 目的 评估应用不同栓塞剂进行支气管动脉栓塞术治疗大咯血合并体-肺循环瘘(SPS)的疗效差别。方法 回顾分析 2005 年 3 月至 2014 年 2 月安徽医科大学附属省立医院 98 例合并 SPS 大咯血患者的临床及影像学资料, 其中支气管扩张 72 例、肺结核 18 例、肺癌 8 例, 所有患者均行介入栓塞治疗。根据应用的栓塞剂材料不同分为明胶海绵栓塞组和聚乙烯醇颗粒栓塞组。所有患者均在术后 1 d、1、3、6 个月、1、2 年进行随访, 并采用 Ridit 分析。结果 98 例大咯血患者均行数字减影血管造影证实, 其中合并肺动脉瘘 84 例, 肺静脉瘘 12 例, 混合瘘 2 例; 单纯性支气管动脉-肺循环瘘(BPS) 32 例, 支气管动脉与非支气管动脉同时存在肺循环瘘 62 例, 单纯非 BPS 4 例。两组均无异位栓塞、截瘫、食管气管瘘、皮肤缺血坏死等严重并发症。术后 1 d、1、3、6 个月、1、2 年的随访提示 48 例明胶海绵栓塞组中治愈 20 例, 显效 18 例, 有效 6 例, 无效 4 例, 有效率 91.7%; 50 例聚乙烯醇颗粒栓塞组中治愈 38 例, 显效 8 例, 有效 4 例, 无效 0 例, 有效率 100.0%。两组疗效经 Ridit 分析, 差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。结论 经导管栓塞治疗 SPS 导致的大咯血安全有效, 创伤较小, 应用聚乙烯醇颗粒栓塞可以降低咯血的远期复发率。

**[关键词]** 支气管动脉; 咯血; 肺循环; 栓塞**[中图分类号]** R814.3**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2017)30-4192-03

### Efficacy comparison of different embolization agents in transcatheter embolization for treating massive hemoptysis caused systemic pulmonary circulation shunt

Shen Songbai<sup>1,2</sup>, Lv Weifu<sup>1△</sup>, Hua Shuangyi<sup>2</sup>, Hu Simao<sup>2</sup>

(1. Department of interventional radiology, Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230001, China; 2. Department of Interventional Radiology, Anqing Hospital of PLA Navy, Anqing, Anhui 246003, China)

**[Abstract]** **Objective** To evaluate the efficacy difference of different embolization agents in transcatheter embolization for treating massive hemoptysis caused by systemic pulmonary circulation shunt(SPS). **Methods** The clinical and imaging data in 98 patients with hemoptysis complicating SPS, including bronchodilator in 72 cases, pulmonary tuberculosis in 18 cases and lung carcinoma in 8 cases. All cases were treated with bronchial arterial embolization (BAE). According to different used embolization agents, the cases were divided into the gelfoam group and polyvinyl alcohol(PVA)grains embolization group. All cases were followed up at postoperative 1 d, 1, 3, 6 months as well as 1, 2 years. The data were analyzed by using Ridit test. **Results** Ninety-eight cases of massive hemoptysis were confirmed by DSA, among them, 84 cases were complicating pulmonary artery fistula, 18 cases were pulmonary venous fistula and 2 cases were mixed fistula; 32 cases were simple BPS, 62 cases were pulmonary circulation fistula existed in the bronchial arteries and non-bronchial artery and 4 cases were simple non-BPS. The two groups had no complications such as embolism, paraplegia, esophagus-trachea fistula and skin ischemic necrosis. The follow up on postoperative 1 d, at postoperative 1, 3, 6 months and at postoperative 1, 2 years indicated that among 48 cases in the gelfoam group, 20 cases were cured, 18 cases were significantly effective, 6 cases were effective and 4 cases were ineffective, the effective rate was 91.7%; among 50 cases in the PVA grain embolization group, 38 cases were cured, 8 cases were significantly effective, 4 cases were effective and 0 case was ineffective, the effective rate was 100%. Moreover no severe complications such as ectopic embolism, paraplegia, esophagus-trachea fistula and skin ischemic necrosis occurred. The difference between the two groups had statistical significance by Ridit analysis. **Conclusion** Transcatheter embolization for treating massive hemoptysis caused by SPS is safe and reliable, has small trauma, using PVA grains embolization can reduce the long term recurrence rate of hemoptysis.

**[Key words]** bronchial arteries; hemoptysis; pulmonary circulation; embolization

支气管动脉-肺循环瘘(bronchial artery to pulmonary circulation shunt, BPS)是指支气管动脉与肺动脉或(和)静脉间的异常直接分流, 同时合并咯血和心肺病变等一系列临床体征。BPS在咯血患者中约占 3%, 既可以是咯血的原发病因, 也可以继发在心肺疾病的基础上, 并加重咯血和心肺疾病的进展。支气管动脉栓塞术(bronchial arterial embolization, BAE)是治疗 BPS 合并大咯血患者的有效方法<sup>[1]</sup>。应用于止血的常

用栓塞剂是明胶海绵颗粒和聚乙烯醇(polyvinyl alcohol, PVA)颗粒, 前者为短效栓塞剂, 一般再通时间为 14 d, 后者则为永久性栓塞剂。BPS 合并大咯血患者的病理生理学状况不同于单纯大咯血者, 前者常存在体循环和肺循环系统广泛的侧支循环形成及支气管动脉-肺动(静)脉瘘。如果栓塞剂选择不当容易造成组织坏死和异位栓塞, 因此, 选择合适的栓塞剂尤为重要。有关这方面的研究少见报道, 笔者就安徽医科大学附

\* 基金项目:安徽省自然科学基金资助项目(1408085MH162)。

作者简介:沈松柏(1980—), 主治医师, 本科, 主要从事肿瘤及血管介入治

疗的研究。△ 通信作者, E-mail: lwf99@126.com。

属省立医院 2005 年 3 月至 2014 年 2 月的临床工作进行回顾性分析,现将结果报道如下。

**1 资料与方法**

**1.1 一般资料** 回顾性分析安徽医科大学附属省立医院 2005 年 3 月至 2014 年 2 月 324 例因咯血行栓塞治疗患者的住院病历。经造影证实 98 例存在 BPS,其中男 76 例,女 22 例,年龄 19~87 岁,平均(45.2±8.3)岁。术前行影像学检查提示支气管扩张 72 例、肺结核 18 例、肺癌 8 例。所有患者均符合以下条件之一为介入治疗适应证:(1)有活动性大咯血,咯血量大于每 24 小时 600 mL 或每次大于 100 mL;(2)经过内科保守治疗无效的反复咯血;(3)病变范围广,无法行外科手术治疗;(4)肺癌合并咯血,无外科手术指征。所有患者术前均签署知情同意书。

**1.2 方法**

**1.2.1 血管造影** 主要设备:日本东芝悬吊式数字减影血管造影机(DFP8000D),美国 MARK V 高压注射器。局部麻醉满意后采用改良的 Seldinger 技术,选用导管有 Cobra、Yashiro、Simmons、胃左动脉导管、猪尾巴导管、3 F Progreat 微导管等。首先常规在胸主动脉中段气管隆嵴水平上下寻找支气管动脉,根据病灶分布范围,选择附近肋间动脉、锁骨下动脉,膈动脉等体动脉造影,必要时用猪尾巴导管行非选择性胸主动脉造影全面查出出血责任动脉,后选择性或超选择性插管行栓塞治疗。造影方法:支气管动脉、肋间动脉等,速率 1~2 mL/s,总量每次 5~8 mL,帧频 3~5 帧/秒,压力 1 379 kPa(200 PSI, 1 PSI=6.895 kPa);锁骨下动脉,速率 5~8 mL/s,每次总量 12~15 mL,5~7 帧/秒,压力 2 069 kPa(300 PSI);胸主动脉,速率 20 mL/s,每次总量 30 mL,15 帧/秒,压力 4 137 kPa(600 PSI)。

**1.2.2 栓塞技术** (1)明胶海绵栓塞组:根据血流速度不同,选择不同大小的明胶海绵颗粒;循环时间在 1 s 以内、1~3 s 和 3 s 以上者分别选用直径为 1 000 μm 以上、760~1 000 μm 和 560~750 μm 的明胶海绵颗粒(杭州艾力康公司)作为栓塞剂。混合对比剂在透视下经导管栓塞,必要时在主干栓塞 2 mm×2 mm×6 mm 明胶海绵条,直至主干“铸型”。(2)PVA 栓塞组:根据血流速度不同,分别选择与上组同等大小的 PVA 颗粒(杭州艾力康公司)栓塞靶血管。98 例患者中使用明胶海绵颗粒栓塞 48 例,使用 PVA 栓塞 50 例(有 2 例粗大支气管动脉-肺动脉瘘,采取 PVA 联合弹簧圈栓塞)。

**1.2.3 疗效判定** (1)治愈:咯血术后 24 h 内停止,无需特殊内科处理,随访 12 个月以上无复发;(2)显效:咯血即时停止,仅痰中少量带血,可经内科处理止血,术后 3 个月以上无复发;(3)有效:咯血量较前减少 50%,可经内科处理止血,1 个月以

上无复发咯血;(4)无效:未达到上述标准。有效率=(治愈例数+显效例数+有效例数)/总例数×100%。

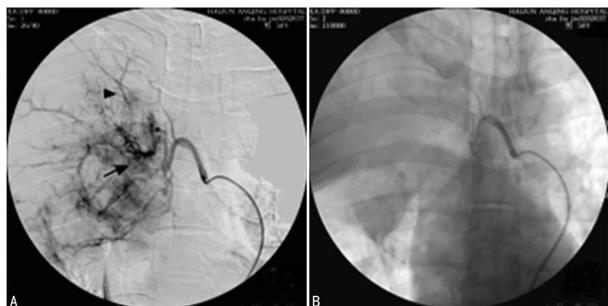
**1.3 统计学处理** 数据使用 SPSS13.0 统计学软件进行统计分析,定量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示,等级资料采用 Ridit 分析,显著性水准取  $\alpha=0.05$ 。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 BPS 的数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)表现** (1)出血直接征象:对比剂外溢,邻近支气管腔对比剂涂布;(2)间接征象:供血动脉增粗、迂曲,末梢血管粗细不均,肺癌见典型肿瘤血管和肿瘤染色,肺循环瘘形成。根据分流方式不同,分为:(1)支气管动脉-肺动脉瘘(bronchial artery to pulmonary artery shunt, AAS)84 例(85.7%),特点为支气管动脉增粗、迂曲,病变区血管走行杂乱、肺动脉分支显示,对比剂快速离心流向肺动脉末梢,肺动脉主干和右心房极少数显示(图 1),除非注射压力或分流量较大;(2)支气管动脉-肺静脉瘘(bronchial artery to pulmonary vein shunt, AVS)12 例,表现为肺静脉分支显示,对比剂向心流动,甚至进入左心房、左心室和体循环(图 2);(3)肋间动脉-肺循环瘘(intercostal artery to pulmonary circulation shunt, IPCS)2 例,此组病例多与其他类型 BPS 同时存在。见图 3、4。

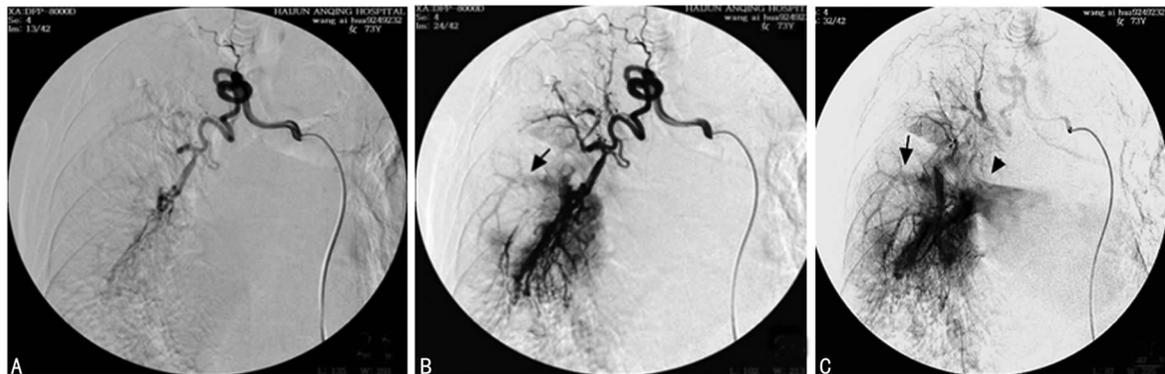
**2.2 造影结果** 肺动脉瘘 84 例,肺静脉瘘 12 例,混合瘘 2 例;单纯 BPS 32 例,支气管动脉与非支气管动脉同时存在肺循环瘘 62 例,单纯非 BPS 4 例。

**2.3 治疗效果** 术后 1 d、1、3、6 个月,1、2 年的随访提示单纯明胶海绵栓塞组 48 例中治愈 20 例,显效 18 例,有效 6 例,无效 4 例,有效率为 91.7%(44/48);PVA 栓塞组 50 例中治愈 38 例,显效 8 例,有效 4 例,无效 0 例,有效率为 100.0%(50/50)。两组经 Ridit 检验,PVA 栓塞组疗效优于明胶海绵栓塞组,差异有统计学意义( $U=3.13, P<0.01$ )。



A:见大量肿瘤血管和肿瘤染色(黑色长箭头),肺动脉分支显示(黑色短箭头),右侧 AAS 形成;B:明胶海绵颗粒栓塞后,分支血管闭塞,主干保留

图 1 AAS 栓塞前后的 DSA 表现



A:右支气管动脉早期造影图像;B:可见肺静脉分支显示;C:显示肺静脉分支与主干(黑色短箭头),诊断右侧 AVS

图 2 支扩伴大咯血患者 AVS 的 DSA 表现



图 3 IPCS 的 DSA 表现  
A、B:左第一、二肋间动脉与左肺动脉分支交通,瘘口显示清晰(黑色长箭头);C、D:左锁骨下动脉造影,见左胸廓内动脉、左肩胛下动脉、左胸外侧动脉等与左肺动脉交通,与 A、B 同一瘘口(黑色长箭头),左肺动脉分支与主干显示

图 3 IPCS 的 DSA 表现

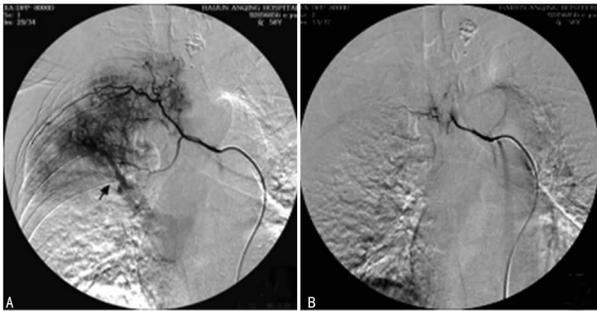


图 4 肺结核合并混合瘘栓塞前后 DSA 表现  
A:右支气管动脉造影,显示右支气管动脉与肋间动脉共干,右支气管动脉、肋间动脉,均与肺动脉形成瘘(黑色箭头),在其主干直接用 PVA 颗粒栓塞;B:再次造影显示只有动脉主干显影

图 4 肺结核合并混合瘘栓塞前后 DSA 表现

2.4 并发症及随访 (1)明胶海绵栓塞组治疗后 13 例患者出现栓塞后综合征,表现胸背部不适感,1 例肋间区域不同程度疼痛;(2)PVA 栓塞组 22 例出现胸闷、疼痛不适症状,对症处理后均好转,未见异位栓塞、截瘫、食管气管瘘、皮肤缺血坏死等严重并发症发生。所有患者均随访 2 年。见表 2。

表 2 栓塞后复发咯血随访情况(n)

随访时间	明胶海绵栓塞组	PVA 栓塞组
1 d	2	0
1 个月	2	1
3 个月	1	1
6 个月	6	4
1 年	5	3
2 年	3	2

### 3 讨 论

在胚胎发育过程中,体循环与肺动脉循环间存在交通支,肺循环必须通过与体循环的吻合支获得血液和进行血气交换。但出生后体循环只有支气管动脉向肺内支气管供血,在毛细血管和毛细血管前水平支气管动脉和肺血管之间也有许多交通支,这些交通支在出生后完全闭塞成为潜在的交通支,如果在出生后这些交通支未完全闭塞即形成 BPS;在肺栓塞、肿瘤、迁延性肺感染、肺组织坏死、手术创伤及先天性心肺疾病的情况下,肺动脉血流减少或需求量增加,则支气管动脉代偿性增生,通过吻合支扩张或直接交通增加血流量,从而导致 BPS<sup>[2]</sup>。其病理生理学改变类似于左向右分流的先天性心脏病,正常肺动脉平均压约为 13 mm Hg,肺静脉平均压约为 2 mm Hg,而支气管动脉等体循环的平均动脉压为 95 mm Hg。因为压差,大量血液将经支气管动脉等体动脉直接分流,从而加重心脏负担。对于肺动脉瘘患者,分流的血液经肺动脉、肺毛细血管床、

肺静脉、左心房,回到体循环,首先易形成肺动脉高压,加重右心负荷。而支气管动脉-肺静脉瘘患者则不经过肺毛细血管床直接进入肺静脉,易导致左心负荷加重。通过栓塞治疗,封堵瘘口和咯血责任血管,改变了血流动力学,这只是理论推测,是否能真正降低肺动脉压力,降低心脏负荷,今后要加强客观数据监测和进一步分析研究,如监测肺动脉压力的变化等。

大咯血合并支气管动脉等体动脉-肺循环瘘的 DSA 造影,由于出血量少或处于出血间歇期,显示对比剂外溢、邻近支气管腔对比剂涂布的出血直接征象少见,多表现为间接征象,如供血动脉增粗、迂曲,末梢血管粗细不均,肺循环瘘形成等。肺循环瘘需要反复动态观察 DSA 图像,重点观察瘘口位置、大小,血流速度、流向等,不仅作为诊断依据,也是合理选择栓塞剂的参考。肺动脉瘘 DSA 表现为肺动脉分支显示,对比剂快速离心性流向肺动脉末梢,而肺动脉主干和右心室极少数显示;肺静脉瘘 DSA 表现为分支显示,对比剂向心性流动,甚至进入左心房、左心室等体循环;混合型瘘,DSA 造影可见肺动脉瘘、肺静脉瘘的征象同时显示。本组 98 例 DSA 造影显示 AAS 84 例,肺静脉瘘 12 例,混合瘘 2 例,AAS 占 85.7%(84/98),与付志刚等<sup>[3]</sup>报道的 88.8% 基本相符。

栓塞剂的选择是影响预后的一个重要因素,正确的选择可以提高止血成功率,减少栓塞相关的并发症。因为肺循环的特殊性,不同类型 BPS,栓塞剂选择也不同。实验研究证实,BPS 异常吻合的血管直径达 325  $\mu\text{m}$ ,临床研究中使用 350  $\mu\text{m}$  的颗粒栓塞剂栓塞 BPS,无并发症发生,证明是安全的<sup>[4-5]</sup>。本研究中选用的 PVA 最小直径大于 350  $\mu\text{m}$ ,无严重并发症出现。对伴有肺静脉瘘者,因栓塞剂最终回流至左心房-左心室-体循环,若瘘口大,颗粒小,易引起体循环异位栓塞;对伴有肺动脉瘘者,由于肺动脉血流的离心方向流动,逃逸的栓塞剂首先栓塞肺动脉毛细血管床,易造成肺坏死,因此慎重选用 350  $\mu\text{m}$  以下大小的颗粒栓塞剂。

释放栓塞剂应在透视监视下谨慎进行,采取低压流控法,尤其在主动脉弓旁开口的分支动脉栓塞,谨防颅内异位栓塞。胸段脊髓在解剖学上血液供应主要来源于肋间动脉发出的根髓动脉,根髓动脉沿神经根进入椎管分为前后根髓动脉,供应相应节段脊髓;其又分别相互吻合成纵贯脊髓全长的脊髓前、后动脉,因此,在行肋间动脉或与肋间动脉共干的支气管动脉栓塞时,尽量超选择性插管。在实际工作中,由于支气管动脉、肋间动脉扭曲、纤细、开口变异,操作者技术水平,患者病情等多种因素,部分患者无法行超选择性插管。本组此类患者固定导管后,直接用颗粒栓塞剂栓塞,经术后观察,未出现脊髓损伤的截瘫症状,可以认为使用 350  $\mu\text{m}$  以上颗粒栓塞剂对脊髓动脉也是相对安全的。吕维富等<sup>[6]</sup>亦指出,若栓塞剂颗粒过小,有可能使栓塞剂越过瘘口进入肺动脉毛细血管床,使被栓塞区

支气管动脉和肺动脉同时梗死,造成肺坏死。

大咯血介入栓塞疗效,无论是否合并 BPS,均主要依赖于对参与供血的支气管动脉及侧支供血动脉进行彻底栓塞。由于支气管动脉本身解剖变异大,开口位置、方向不定,大多数为两支或三支从主动脉发出,而且对于大咯血患者,多支非支气管动脉参与出血也十分常见,如肋间动脉、锁骨下动脉、胸外侧动脉、胸廓内动脉、甲状颈干、食管动脉、膈下动脉、肩胛下动脉等<sup>[7]</sup>。因此笔者的经验是常规采用不同型号和开口方向的导管反复寻找出血动脉;根据病灶分布范围和出血位置,选择附近动脉造影,必要时行胸主动脉造影全面侦查责任出血动脉;对于责任出血不明确的患者,更需耐心和扩大寻找范围,力争栓塞所有参与供血的动脉以保证疗效。本研究中明胶海绵栓塞组有效率 91.7%,PVA 栓塞组有效率 100.0%,与文献<sup>[8-9]</sup>报道(85.0%~98.5%)相似。明胶海绵栓塞组 4 例患者无效,全部是肺结核伴肺毁损,均有多支支气管动脉、肋间动脉等参与供血。因在解剖关系上,脏层胸膜由支气管动脉供血,而壁层胸膜由体动脉供血,肺部长期慢性炎症刺激下,病变累及胸膜导致脏层胸膜与壁层胸膜黏连,体循环血管生长,新生的毛细血管通过黏连的胸膜进入肺内病变部位<sup>[10]</sup>。

尽管明胶海绵栓塞的即刻止血效果较好,但属于中短期栓塞剂,遇水膨胀后具有吸附红细胞的功能,有利于血栓的形成,但易被吸收再通,远期复发率高。PVA 颗粒可永久闭塞支气管动脉与肺、动静脉间的异常吻合血管,彻底栓塞而不易复发。PVA 联合弹簧圈不仅闭塞末梢血管网,而且阻断支气管动脉血流冲刷,栓塞彻底、完全。对于单独和联合永久栓塞剂的疗效,有报道称 35 例使用 PVA 栓塞,随访 31 个月未见复发<sup>[3]</sup>;亦有报道指出使用永久栓塞剂术后复发率高达 28%<sup>[11]</sup>。差异的存在与随访时间、例数、疾病进展等是否相关,有待进一步研究。

## 参考文献

[1] Jiang S, Yu D, Jie B. Transarterial embolization of anomalous systemic arterial supply to normal basal segments of

the lung[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2016, 39(9): 1256-1265.

- [2] Malone CD, Ramaswamy RS, Rose SC. Control of massive hemoptysis via a "back-door" approach through the pulmonary artery[J]. *Radiol Case Rep*, 2016, 11(2): 83-85.
- [3] 付志刚, 张晓磷, 徐丽, 等. 支气管动脉-肺循环分流的不同处理方法及远期止血疗效[J]. *临床放射学杂志*, 2015, 34(6): 980-983.
- [4] Baltacioglu F, Cimsit NC, Bostanci K, et al. Transarterial microcatheter glue embolization of the bronchial artery for life-threatening hemoptysis: technical and clinical results[J]. *Eur J Radiol*, 2010, 73(2): 380-384.
- [5] 李严豪, 何晓峰, 陈勇. 实用临床介入诊疗学[M]. 3 版. 北京: 科学出版社, 2012: 284.
- [6] 吕维富, 张行明, 张学彬, 等. 支气管动脉-肺循环瘘的 DSA 表现和介入治疗(附 21 例报告)[J]. *医学影像学杂志*, 2004, 14(5): 360-363.
- [7] 段峰, 王茂强, 刘凤永, 等. 大咯血介入治疗失败的原因分析及处理[J]. *介入放射学杂志*, 2010, 19(1): 12-15.
- [8] Cordovilla R, Bollo de Miguel E, Nuñez Ares A, et al. Diagnosis and treatment of hemoptysis [J]. *Arch Bronconeumol*, 2016, 52(7): 368-377.
- [9] 李建军, 翟仁友, 戴定可, 等. 支气管动脉栓塞术治疗咯血的疗效分析[J]. *介入放射学杂志*, 2007, 16(1): 21-23.
- [10] 张余, 牟玮, 李强, 等. 咯血介入治疗中的责任动脉[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2013, 10(1): 62-63.
- [11] Chun JY, Belli AM. Immediate and long-term outcomes of bronchial and non-bronchial systemic artery embolisation for the management of haemoptysis[J]. *Eur Radiol*, 2010, 20(3): 558-565.

(收稿日期: 2017-01-28 修回日期: 2017-04-16)

(上接第 4191 页)

- 皮书[J]. *中国体外循环杂志*, 2016, 14(3): 130-132.
- [3] 龙村. 体外循环手册[M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 171-179.
- [4] Moran JL, Peter JV, Solomon PJ, et al. Tympanic temperature measurements: are they reliable in the critically ill? A clinical study of measures of agreement[J]. *Crit Care Med*, 2007, 35(1): 155-164.
- [5] 陈晓艳, 仲悦萍. 膀胱温监测在神经外科 ICU 危重患者中的应用[J]. *齐齐哈尔医学院学报*, 2014, 35(19): 2927-2928.
- [6] 夏桂芬, 周蓉, 顾玉芳, 等. 测温导尿管在休克病人中的应用[J]. *护理研究*, 2016, 30(2): 504-506.
- [7] 魏海燕, 史宏伟, 鲍红光, 等. 心脏手术期间膀胱内测温的意义[J]. *实用医学杂志*, 2009, 25(16): 2658-2660.
- [8] Krizanac D, Stratil P, Hoerbinger D, et al. Femoro-iliacal artery versus pulmonary artery core temperature measurement during therapeutic hypothermia: an observational

study[J]. *Resuscitation*, 2013, 84(6): 805-809.

- [9] 张文菊. 人体几种体温测量方法的研究进展[J]. *天津护理*, 2006, 14(4): 245-246.
- [10] 孙芮, 刘畅, 李胃, 等. 运动中人体核心体温的测定方法[J]. *当代体育科技*, 2014, 4(26): 16-18.
- [11] Campos JM, Paniagua P. Hypothermia during cardiac surgery[J]. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*, 2008, 22(4): 695-709.
- [12] 郭震, 李欣. 2015 年中国体外循环温度管理调查报告[J]. *中国体外循环杂志*, 2016, 14(4): 200-204.
- [13] 仲悦萍. 危重症病人体温监测方法的研究进展[J]. *护理研究*, 2014, 28(20): 2443-2444.
- [14] 郭振华, 刘喜梅, 王建荣. 危重患者腋窝、膀胱与肺动脉温度的对比研究[J]. *解放军医学院学报*, 2014, 35(8): 837-839.

(收稿日期: 2017-04-18 修回日期: 2017-06-16)